

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

③

(11)Publication number : 61-196572

(43)Date of publication of application : 30.08.1986

(51)Int.Cl.

H01L 27/14  
G01T 1/20  
H01L 31/00  
// H01L 31/04

(21)Application number : 60-036200

(71)Applicant : HITACHI ZOSEN CORP  
HAMAKAWA YOSHIHIRO  
OKAMOTO HIROAKI  
GI KOUFU

(22)Date of filing : 25.02.1985

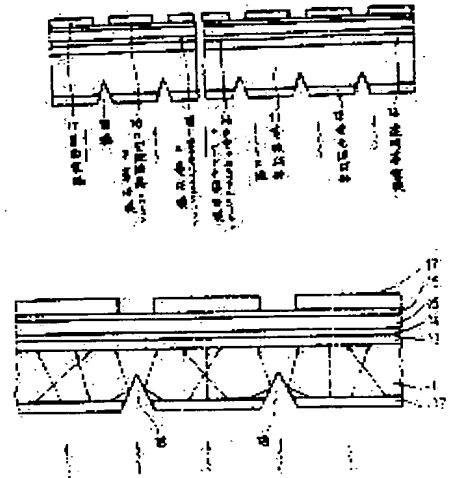
(72)Inventor : MAEHATA HIDEHIKO  
HORI ATSUO  
HAMAKAWA YOSHIHIRO  
OKAMOTO HIROAKI  
GI KOUFU

## (54) AMORPHOUS SILICON X-RAY SENSOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide high output current and to clear the pattern detecting signal image, by arraying fluorescent material on an amorphous silicon semiconductor and by defining V-shaped grooves between respective elements on the fluorescent material face.

CONSTITUTION: On the surface of a substrate 11 of material such as glass or transparent film which can transmit visible rays, fluorescent material 12 such as zinc sulfide doped with nickel is arrayed. On the back face of the substrate 11, a thin transparent conductive film 13 such as ITO, SnO<sub>2</sub> is arrayed. Using a plasma decomposing method, a P-type amorphous silicon carbide semiconductor film 14, i-type amorphous silicon semiconductor film 15 and N-type amorphous silicon semiconductor film or N-type minute-crystalline silicon semiconductor film 16 are formed thereon in turn and moreover a number of small area back face electrodes 17 consisting of thin film electrodes are formed with aluminium evaporating, etc., to constitute a multi-element photo electromotive sensor which has V-shaped or nearly V-shaped grooves 18 between respective elements on the surface of the fluorescent material 12.



3

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-196572

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)8月30日

H 01 L 27/14  
G 01 T 1/20  
H 01 L 31/00  
// H 01 L 31/04

7525-5F  
8105-2G  
6851-5F  
6851-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 アモルフアスシリコンX線センサ

⑯ 特 願 昭60-36200

⑰ 出 願 昭60(1985)2月25日

⑱ 発 明 者	前 畑 英 彦	大阪市西区江戸堀1丁目6番14号 日立造船株式会社内
⑲ 発 明 者	堀 厚 生	大阪市西区江戸堀1丁目6番14号 日立造船株式会社内
⑳ 発 明 者	浜 川 圭 弘	川西市南花屋敷3-17-4
㉑ 発 明 者	岡 本 博 明	川西市平野字上新在家779-1 北113
㉒ 発 明 者	魏 光 普	吹田市千里山東3-6-4 第2弘竹荘
㉓ 出 願 人	日立造船株式会社	大阪市西区江戸堀1丁目6番14号
㉔ 出 願 人	浜 川 圭 弘	川西市南花屋敷3-17-4
㉕ 出 願 人	岡 本 博 明	川西市平野字上新在家779-1 北113
㉖ 出 願 人	魏 光 普	吹田市千里山東3-6-4 第2弘竹荘
㉗ 代 理 人	弁理士 藤田 龍太郎	

明 細 書

1 発明の名称

アモルフアスシリコンX線センサ

2 特許請求の範囲

① 可視光を透過しやすい基板材料の表面に蛍光体材料を配し、前記基板材料の裏面に順次、透明導電膜、p型アモルフアスシリコンカーバイド半導体膜、i型アモルフアスシリコン半導体膜、n型アモルフアスシリコン半導体膜またはn型微結晶シリコン半導体膜および小面積の多数の裏面電極を配して多素子光超電力形に形成し、かつ、前記蛍光体材料の面の前記各素子間にV形状またはV形状に近い形状の溝を形成したことを特徴とするアモルフアスシリコンX線センサ。

3 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、アモルフアスシリコン半導体型のX線センサに関する。

〔従来の技術〕

一般に、放射線センサは、電離作用を利用する

GM計数管、不活性ガスのイオン化作用を利用する比例計数管、固体中の電離作用を利用する半導体放射線センサ等がある。

そして、とくに、後者の半導体放射線センサは、前二者に比して、電子-正孔対を作るのに費されるエネルギーがきわめて小さいことから、より多くのイオン対が生成でき、大きな利得を持つ。また、気体に比して半導体は密度が大きいことから、必要厚さすなわち検出器の大きさを非常に小さくすることができ、このために電荷の集収時間すなわち検出信号の立上り時間が短い特長がある。そのほか、入射放射線のエネルギーとセンサ出力の比例性が良く、また磁場の影響を受けにくいといった特長を有する。

反面、放射線の損傷を受けやすく、またゲルマニウムのは液体窒素などで冷却して使用しなければならないという問題点がある。

また、種々の放射線の中でも、X線は医療機器、科学分析機器などの広い分野に使用されているが、それに応じて半導体X線センサも、X線断層撮影

装置、自動X線露光装置、ポケットX線線量計、蛍光X線分析装置およびX線残留応力分析装置などに使われている。

そして、第4図は、現在実用されている単結晶半導体放射線センサの原理、構造を説明するものである。

そして、そのセンサのダイオード構造は、p型のシリコンまたはゲルマニウムにリンやリチウムを拡散させて見掛け真性に近い高抵抗半導体が造られるものであり、第4図に示すように、n型半導体(1)の裏面に順次i型真性半導体(2)およびp型半導体(3)が形成され、それらの表面および裏面にアルミニウム蒸着による前面電極(4)および裏面電極(5)が形成され、両電極(4)、(5)に電源(6)から抵抗(7)を介して逆方向のバイアス電圧Vが印加されている。

そして、センサに放射線(8)が入射すると、i型半導体(2)の層中で電子と正孔対を生成し、i型半導体(2)の厚みを $a$ とすると、電界 $E(=V/a)$ によりそれぞれn型半導体(1)およびp型半導体(3)に向つ

n型アモルファスシリコン半導体膜またはn型微結晶シリコン半導体膜および小面積の多数の裏面電極を配して多数子光起電力形に形成したアモルファスシリコンX線センサが考えられるが、この場合、可視光線が隣接する素子に乱入し、パターン検出信号像が不鮮明になる欠点がある。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

この発明は、前記の点に留意してなされたものであり、可視光を透過しやすい基板材料の表面に蛍光体材料を配し、前記基板材料の裏面に順次、透明導電膜、p型アモルファスシリコンカーバイド半導体膜、i型アモルファスシリコン半導体膜、n型アモルファスシリコン半導体膜またはn型微結晶シリコン半導体膜および小面積の多数の裏面電極を配して多数子光起電力形に形成し、かつ、前記蛍光体材料の面の前記各素子間にV形状またはV形状に近い形状の溝を形成したことを特徴とするアモルファスシリコンX線センサである。

#### 〔作用〕

したがって、この発明によると、アモルファス

で動き、両電極(4)、(5)の外部出力端(9)、00に電気信号を出力する。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

ところで、第4図の場合、結晶中の不純物や欠陥により電子や正孔は捕獲され、SN比は低下するが、このSN比を向上させるためにそれぞれの平均自由行程を $\mu_e, \mu_h$ とすると、i型半導体(2)の厚み $a$ よりずつと大きくすることが必要になる。たとえば、Si半導体検出器では $a \approx 1\text{cm}$  ( $\mu_e, \mu_h = 200\text{cm}$ )、Ge半導体検出器では $a = 3 \sim 5\text{cm}$  ( $\mu_e, \mu_h = 200\text{cm}$ )である。

しかし、単結晶半導体放射線センサは大面積化がむずかしいことから断層撮影や大面積構造材の欠陥検出などに適用する場合、走査機構を必要とする。また、逆バイアスを印加するために電源を必要とし、また、半導体は放射線による損傷を受けやすいことから量産性に富み安価であることが望まれる。

一方、可視光を透過しやすい基板材料の表面に蛍光体材料を配し、前記基板材料の裏面に順次、透明導電膜、p型アモルファスシリコンカーバイド半導体膜、i型アモルファスシリコン半導体膜、

シリコン半導体膜に蛍光体材料が配されているため、入射するX線が可視光に変換される光起電力型センサとなり、入射するX線が蛍光体材料によりアモルファスシリコン半導体の光感度ピークと一致する励起光を発生し、きわめて高い出力電流が得られ、かつ、隣により可視光線が隣接素子に乱入しなく、パターン検出信号像が鮮明になり、大面積化が可能である。

#### 〔実施例〕

つぎにこの発明を、その1実施例を示した第1図とともに、詳細に説明する。

可視光を透過しやすいガラス、透明フィルムなどの基板材料00の表面に、ニッケルをドーピングした酸化亜鉛などの蛍光体材料01を配置し、基板材料00の裏面にITO、 $\text{SnO}_2$ などの薄状の透明導電膜02を配し、その透明導電膜02の上にプラズマ分解法などによるp型アモルファスシリコンカーバイド半導体膜04およびi型アモルファスシリコン半導体膜05およびn型アモルファスシリコン半導体膜またはn型微結晶シリコン半導体膜06を形成し、

さらに、前記 $n$ 型微結晶シリコン半導体膜04上にアルミニウム蒸着などによる薄膜電極からなり小面積の多数の裏面電極05を形成して多素子光起電力型のセンサを形成し、かつ、蛍光体材料02の面の各素子間に $V$ 形状または $V$ 形状に近い形状の溝06を形成したものである。

そして、 $p$ 型半導体は、 $X$ 線励起による可視光の窓層になるため、光吸収損をおさえるよう膜厚100~500 Åのアモルファスシリコンカーバイドを用いる。

また、 $n$ 型半導体は、導電率が高く、金属層との接合性が良好なことで、光学的禁止帯幅を $i$ 層より高くすることによる正孔の流入防止および裏面電極05の金属層からの反射光を有効利用する点などから膜厚500 Å前後の微結晶シリコンを用いる。

さらに、真性半導体層は、アモルファスシリコンを用いるが、膜厚は $X$ 線励起による発光帯(400~600 nm)に依存し、第2図に示すように、適正膜厚は1000~6000 Åである。

つぎに、前記実施例の効果を、第3図を用いて

したがって、アモルファスシリコン薄膜半導体に、アモルファスシリコン半導体のスペクトル感度のピーク値と合致する光に変換する蛍光物質を配することにより、実用レベルの $X$ 線強度測定センサを提供することができ、また、高純度単結晶半導体 $X$ 線センサと比べると、大面積化および一次元、二次元検出、イメージ化のセンサの作成が可能となる。さらに、量産性に富むとともに安価な $X$ 線センサを提供できる特徴を有している。その上、 $X$ 線による励起光を殆んど検出光として利用できるほか、溝06により、第4図に示すように、可視光線が隣接素子に乱入しなく、したがって、パターン検出信号像が鮮明になる。

#### (発明の効果)

以上のように、この発明のアモルファスシリコン $X$ 線センサによると、アモルファスシリコン半導体に蛍光物質が配されているので、入射する $X$ 線を可視光に変換して光起電力型センサにすることができ、入射する $X$ 線を蛍光物質によりアモルファスシリコン半導体のスペクトル感度のピーク

説明する。

第3図の破線で示すデータは、ガラス/ITO/ $p$ - $a$ -SiC/ $i$ - $a$ -Si/ $n$ - $\mu$ C-Si/Alなどの構成で作られる $X$ 線センサの測定結果の1例である。この場合、センサ単位面積あたりの出力電流は、 $X$ 線管電流に比例して増大するが微弱電流である。

これに対して、第3図の実線で示すデータは、前記実施例による $X$ 線センサの測定結果の1例であり、前記アモルファスシリコンセンサに対し、1~2桁高い出力電流が得られるとともに、 $X$ 線管電流、すなわち $X$ 線の強度に比例する値が得られる。

これは入射する $X$ 線が、アモルファスシリコン半導体の光感度ピークと一致する励起光を発生する硫化亜鉛などの蛍光物質を設けたことによる効果である。

また、前記実施例の $X$ 線センサは前記半導体センサの場合と同様に、逆バイアス電圧を印加することにより出力電流をさらに増大させることができる。

値と合致する光に変換することができ、きわめて高い出力電流が得られ、量産性に富むとともに安価であり、大面積化や一次元、二次元の $X$ 線入射位置を測定する集積型も容易に作成可能であり、 $X$ 線による励起光を殆んど検出光として利用できる。

その上、多素子光起電力形のセンサにおいて、溝06により可視光線の隣接素子への乱入を防止し、パターン検出信号像が鮮明になる。

#### 4 図面の簡単な説明

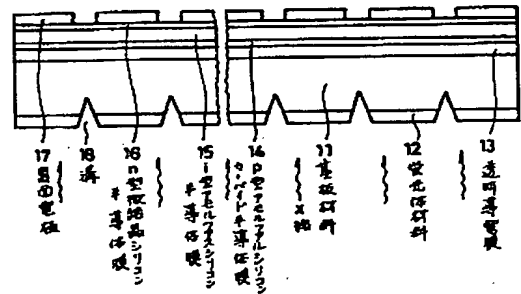
第1図はこの発明のアモルファスシリコン $X$ 線センサの1実施例の正面図、第2図は $i$ 層膜厚と相対感度の関係図、第3図は $X$ 線管電流と出力電流の関係図、第4図は第1図の一部の拡大図、第5図は従来の単結晶半導体放射線センサの正面図である。

01…基板材料、02…蛍光体材料、03…透明導電膜、04… $p$ 型アモルファスシリコンカーバイド半導体膜、05… $i$ 型アモルファスシリコン半導体膜、06… $n$ 型微結晶シリコン半導体膜、07…裏面電極、

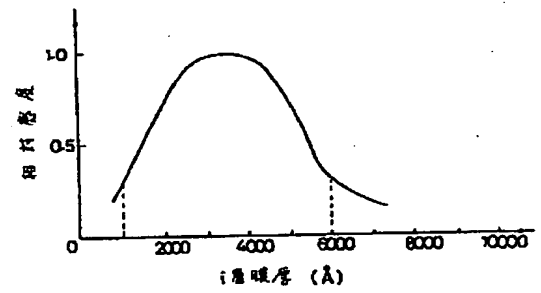
0.0 ... 薄。

代理人 井理士 藤田 龍太郎

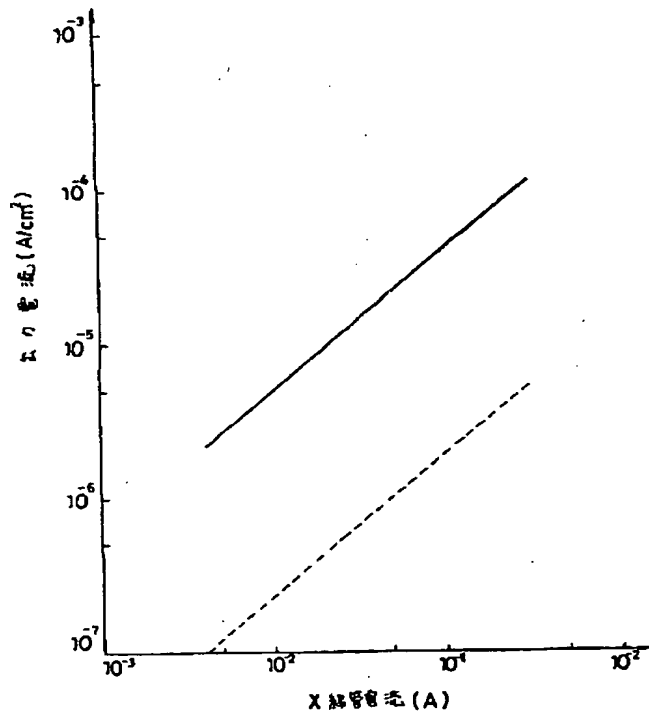
第 1 図



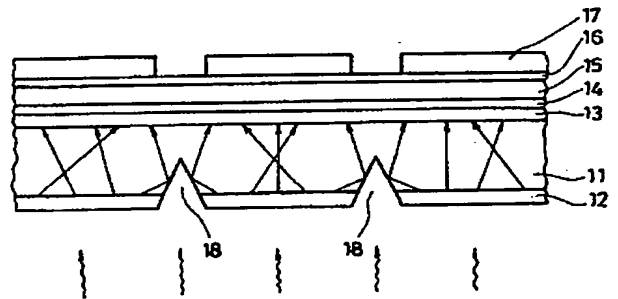
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

